

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-197433

(43)Date of publication of application : 31.07.1998

(51)Int.Cl.

G01N 3/40

(21)Application number : 09-001030

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 08.01.1997

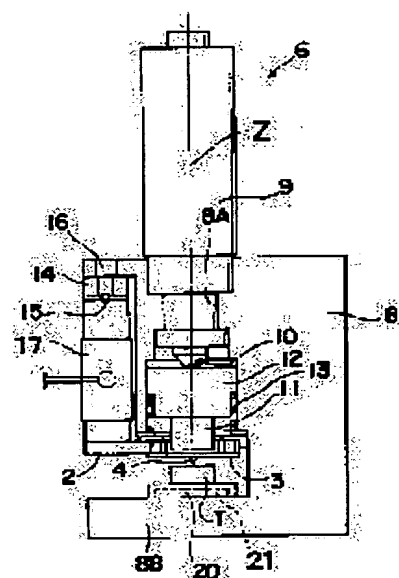
(72)Inventor : YAMAMOTO YASUNORI  
TOKUOKA NOBUYUKI

## (54) SURFACE HARDNESS MEASURING INSTRUMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface hardness measuring instrument which can accurately detect the contact point between an indenter attached to a cantilever and a sample in measuring the hardness of the sample by pressing the indenter against the sample.

**SOLUTION:** The reference position of an indenter 4 is set to the position where the output of a displacement gauge 11 is zero and a sample T is raised little by little by a prescribed amount after the sample is lowered from the reference position. When the gauge 11 detects that the sample T comes into contact with the indenter 4, the point is decided as the contact point between the indenter 4 and sample T. Then the hardness of the sample T is measured by lowering the indenter 4 from this contact point.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A surface hardness measuring device comprising:

A cantilever in which said indenter was allocated in a surface hardness measuring device which stuffs an indenter into a specimen surface and measures a property value of said sample based on pressing force and indentation depth of this indenter.

A load means which gives distortion to this cantilever.

A mounting base holding said sample.

A displacement gage which measures displacement of said indenter and outputs a displacement signal, and a detection control means which detects that set said indenter as a reference position, raised said mounting base, judged an output change of a displacement signal of said displacement gage, and said indenter contacted said sample.

[Claim 2]Said reference position is a position of zero and an output of a displacement signal of said displacement gage said detection control means, The surface hardness measuring device according to claim 1 moving said mounting base to the 1st movement magnitude [ every ] upper part, suspending movement to the upper part of this mounting base when said displacement signal changes from zero, and the 2nd carrying out movement magnitude descent of this mounting base from this stop position, and setting it as a point-of-contact search initial position.

[Claim 3]Said reference position is a position which moved said indenter to the specified quantity aforementioned mounting base side and to which a displacement signal was made to output from said displacement gage, The surface hardness measuring device according to claim 1 or 2 the 3rd [ smaller than said 1st movement magnitude ] raising said mounting base movement magnitude every, suspending said mounting base when said displacement signal changes, and detecting this stop position as a position to which said indenter contacted said sample.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the surface hardness measuring device which measures property values, such as surface hardness of a sample.

[0002]

[Description of the Prior Art]For example, although the surface hardness measuring device which measures the Vickers hardness number of a sample, Knoop hardness, etc. is known, In order to measure the elastic thin film and the part of a bulk material which were especially formed on substrates, such as a semiconductor device and a magnetic disk, and the hardness of a pole surface, surface hardness measuring devices, such as a micro hardness tester in which test force is very small, are used.

[0003]An indenter is attached to a cantilever in such a surface hardness measuring device, The displacement to the upper part of the indenter from the time of moving towards the sample laid in the mounting base in the indenter by the piezoelectric element etc., and an indenter contacting a sample with noncontact displacement gages, such as an optical displacement measurement meter or an electrostatic capacitance displacement meter. While measuring to the order of  $\mu\text{m}$  or  $\text{nm}$ , the load added to a sample from an indenter is calculated with displacement of an indenter, and the spring constant of a cantilever, and this measures the hardness of a sample.

[0004]Here, the contact to the sample of an indenter is detected as follows. That is, the movement speed of an indenter changes in the back before an indenter contacts a sample. Therefore, as shown in drawing 5, displacement of the indenter to lapsed time is plotted, it asks for the point Q1 before speed change, the straight line L1 which connects Q2, the point Q10 after speed change, and the intersection X0 with the straight line L2 which connects Q20, and this point X0 is detected as a point that the indenter contacted the sample. And after detecting this point of contact, while dropping an indenter in predetermined load measure, an indenter is dropped with that load speed and an indentation is formed in a sample until it detects the load by an indenter and becomes predetermined set load.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, since it is what detects the point Q10 shown in above-mentioned drawing 5, and two points of Q20, and asks for a point of contact in what detects the point of contact of an indenter and a sample after an indenter and a sample contact as mentioned above, it will be actually late for the time of contact, and measurement will be started. The purpose of this invention is to provide the surface hardness measuring device which can start measurement promptly after contact with an indenter and a sample.

[0006]

[Means for Solving the Problem]When it explains with reference to drawing 1 and drawing 2 in which 1 embodiment is shown, an invention of claim 1, The cantilever 3 in which the indenter 4 was stuffed into a specimen surface, it was applied to a surface hardness measuring device which measures a property value of the sample T based on pressing force and indentation depth of the indenter 4, and the indenter 4 was allocated, The load means 17 which gives distortion to the cantilever 3, and the mounting base 20 holding the sample T, The above-mentioned purpose is attained by having had the displacement gage 11 which measures displacement of the indenter 4 and outputs a displacement signal, and the detection control means 30 which detects that set the indenter 4 as a reference position, raised the mounting base 20, judged an output change of a displacement signal of the displacement gage 11, and the indenter 4

contacted the sample T.

[0007]An invention of claim 2 is a position of zero and an output of a displacement signal of the displacement gage 11 a reference position the detection control means 30, The mounting base 20 is moved to the 1st movement magnitude [ every ] upper part, when a displacement signal changes from zero, movement to the upper part of the mounting base 20 is suspended, the 2nd carries out movement magnitude descent of the mounting base 20 from this stop position, and it is set as a point-of-contact search initial position.

[0008]An invention of claim 3 is the position to which a reference position moved the indenter 4 to the specified quantity mounting base 20 side, and a displacement signal was made to output from the displacement gage 11, The 3rd [ smaller than the 1st movement magnitude ] raises the mounting base 20 movement magnitude every, when a displacement signal changes, the mounting base 20 is suspended, and a stop position is detected as a position to which the indenter 4 contacted the sample T.

[0009]In a paragraph of a means for solving an aforementioned problem explaining composition of this invention, in order to make this invention intelligible, a figure of an embodiment of the invention was used, but thereby, this invention is not limited to an embodiment.

[0010]

[Embodiment of the Invention]With reference to drawings, an embodiment of the invention is described below. Drawing 1 is a figure showing the composition of the load mechanism in the surface hardness measuring device concerning this embodiment. As shown in drawing 1, the load mechanism 6 of the surface hardness measuring device concerning this embodiment, The displacement gage adjusting mechanism 9 is attached to the breakthrough 8A formed in the U-shaped load mechanism main part 8, and the plunger 10 which carries out reciprocation moving to a load-axis Z direction according to an unillustrated moving mechanism is attached to the displacement gage adjusting mechanism 9. The mounting base 20 for laying the sample T is attached to the upper surface of the lower part 8B of the load mechanism main part 8. The mounting base 20 is made movable by the unillustrated moving mechanism in the load-axis Z direction and the direction of two dimensions (the direction of Y which are the direction vertical to space of X, and a space longitudinal direction), and minute displacement of it is made possible by the piezo actuator 21 especially in the load-axis Z direction. Maintenance of the sample T of the mounting base 20 is enabled by magnetism. The tip of the plunger 10 is in contact with the displacement gage fitting part 12 by which the displacement gage 11 was fixed to the undersurface. The displacement gage fitting part 12 is energized above drawing 1 with the spring 13, and, thereby, the displacement gage 11 moves up and down along with a load-axis Z direction in connection with the vertical movement of the plunger 10.

[0011]The piezo actuator 17 attached in the frame 14 is formed in the left in drawing 1 of the load mechanism 6. The upper bed of the piezo actuator 17 is \*\*\*\*ed via the round support 15, it is being fixed to the load mechanism main part 8 by 16, and the frame 2 is attached to the lower end. The indenter 4 is attached to the frame 2 via the cantilever 3 of both the \*\*\*\* type that consists of flat spring. The frame 14 will be extended to a load-axis Z direction, if the piezo actuator 17 is energized, and if energization is intercepted, it will be shrunken by a load-axis Z direction. Thereby, the indenter 4 attached to the frame 2 moves up and down along with a load-axis Z direction according to displacement of the piezo actuator 17. The gauge (un-illustrating) for measuring displacement of the piezo actuator 17 is stuck on the frame 14.

[0012]Subsequently, operation of this embodiment is explained. The block diagram, drawing 3, and drawing 4 in which the composition of the treating part in the surface hardness measuring device which drawing 2 requires for this embodiment is shown are a flow chart explaining operation of this embodiment. As shown in drawing 2, a treating part consists of CPU30 and the memory 31. The piezo actuators 17 and 21 and the displacement gage 11 which were mentioned above are connected to CPU30. First, in Step S1, the sample T is laid in the upper surface of the mounting base 20. And a focus is doubled with the surface of the sample T with an unillustrated optical microscope. In Step S3, the mounting base 20 is once dropped for the safety in the case of movement of the mounting base 20, the mounting base 20 is moved to an XY direction in step S4, and the sample T is moved under the indenter 4. The above-mentioned step S1 – step S4 are not performed by CPU30, and when a user drives the mounting base 20 manually, they are performed.

[0013]In the following step S5, the piezo actuator 21 of the mounting base 20 is driven, and the mounting base 20 is moved to 1 step (for example, 21 nm) upper part. In Step S6, it is judged whether the sample T contacted the indenter 4 and the displacement signal was outputted from the displacement gage 11. When

Step S6 is denied, it returns to Step S5 and processing of Step S5 and Step S6 is repeated. When Step S6 is affirmed, the position of the Z direction of the mounting base 20 at the time of a displacement signal being outputted from the displacement gage 11 in Step S7 is memorized as an initial position. Descend the mounting base 20 by 5 micrometers, make the sample T desert the indenter 4 in the following step S8, and 20 micrometers of mounting bases 20 are moved to an XY direction in step S9, for example, The position of the indentation formed in the sample T by contact with the indenter 4 and the sample T in the above-mentioned step S6 is moved from the lower part of the indenter 4. And in Step S10, the cantilever 3 is moved to 1 step (for example, 1 nm) lower part. In this state, the output from the displacement gage 11 serves as a position which descended by 1 nm from the initial position.

[0014]In the following step S11 (refer to drawing 4), in order to detect contact with the indenter 4 and the sample T, the mounting base 20 is moved to 1 step (for example, 1 nm) upper part. And in the following step S12, it is judged whether the cantilever 3 was displaced from the displacement which is 1 nm with the displacement signal outputted from the displacement gage 11. When Step S12 is denied, it returns to Step S11 and processing of Step S11 and Step S12 is repeated. When Step S12 is affirmed, at this time, the indenter 4 develops in the following step S13 as a thing in contact with the sample T according to the load speed which was able to define the piezo actuator 17 beforehand. Zero reset of the displacement gage 11 is also performed in Step S13. And in Step S14, it is judged any of positive, negative, or zero the outputs of the displacement gage 11 are.

[0015]When the output of the displacement gage 11 is pressed by positive, the indenter 4 is pressed by the sample T in Step S14 and the cantilever 3 is being displaced upwards, Irrespective of the elongation of the piezo actuator 17, feedback control of the mounting base 20 is carried out so that the position of a Z direction may not be displaced, and the mounting base 20 may be descended in Step S15. When the output of the displacement gage 11 is zero in Step S14, the mounting base 20 is suspended in Step S16. When the output of the displacement gage 11 is negative in Step S14, contrary to the case where the output of the displacement gage 11 is positive, the mounting base 20 is gone up in Step S17. Thus, the distortion added to the cantilever 3 can maintain the value corresponding to a load speed by carrying out feedback control of the movement to the Z direction of the mounting base 20.

[0016]And in Step S18, it is judged whether test conditions defined beforehand, such as retention time of the indenter 4 and maximum load, were reached. That is, while measuring the amount of displacement after the indenter 4 contacts the sample T with the displacement gage 11, the product of this amount of displacement and the spring constant of the cantilever 3 is computed by CPU30, and the load to the sample T is calculated. And Step S18 is affirmed as what reached the test condition which the calculated load became the maximum load defined beforehand, or was beforehand defined by predetermined load, and which was beforehand set that predetermined time maintenance is carried out. On the other hand, when Step S18 is denied, it returns to Step S13 and processing of Step S13 – Step S17 is repeated.

[0017]Thus, after the load by the indenter 4 to the sample T is completed, the energization to the piezo actuator 17 is intercepted, the indenter 4 is moved in the direction which separates from the sample T, and the load to the sample T is ended. And the sample T in which the indentation by the indenter 4 was formed is removed from the mounting base 20, the shape of an indentation is measured under the microscope etc. which were formed independently, and the hardness of the sample T is calculated with this shape and the load to the sample T calculated with the above-mentioned arithmetic unit. And the data of a test result is saved in the memory 31 in Step S19, and processing is ended.

[0018]Thus, if the cantilever 3 is descended, displacement is given to the indenter 4 and an examination is started, before the indenter 4 and the surface of the sample T contact, in order to try to return displacement of the indenter 4 by the feedback control mentioned above, the mounting base 20 goes up. And since distortion will be produced in the cantilever 3 and the position of the indenter 4 will change if the sample T contacts the indenter 4 and produces load, it is detectable that the displacement gage 11 detected this displacement and the sample T and the indenter 4 contacted. Therefore, in this embodiment, like the conventional surface hardness measuring device, Since measurement can be begun as compared with what begins measurement after the sample T contacts the indenter 4 immediately after leaving for a while, after the sample T actually contacts the indenter 4, the hardness of the sample T can be measured correctly.

[0019]In CPU30, although it is made to process according to the flow chart shown in above-mentioned drawing 3 and drawing 4, the circuit which performs feedback control mentioned above is provided, and it

may be made to process by this circuit in the above-mentioned embodiment in hard. In the above-mentioned embodiment, although the cantilever 3 is made into both the \*\*\*\* type, it may be a cantilever type.

[0020]In correspondence with an above embodiment and a claim, the piezo actuator 17 constitutes a load means and CPU30 constitutes a detection control means.

[0021]

[Effect of the Invention]Having made it detect that according to this invention judged the output change of the displacement signal of a displacement gage, and the indenter contacted the sample as explained to details above A sake, It asks for the straight line which shows change of the speed of an indenter before and after the indenter contacted the sample like before, and as compared with what makes the intersection of this straight line the point of contact of an indenter and a sample, after contact with an indenter and a sample, measurement of hardness can be started promptly and the hardness of a sample can be measured more correctly.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The figure showing the composition of the load mechanism of the surface hardness measuring device concerning this embodiment

[Drawing 2]The block diagram showing the composition of the treating part in the surface hardness measuring device concerning this embodiment

[Drawing 3]The flow chart which shows the processing performed in this embodiment (the 1)

[Drawing 4]The flow chart which shows the processing performed in this embodiment (the 2)

[Drawing 5]The figure for explaining the conventional example which asks for the point of contact of an indenter and a sample

[Description of Notations]

3 Cantilever

4 Indenter

6 Load mechanism

11 Displacement gage

17 and 21 Piezo actuator

20 Mounting base

30 CPU

31 Memory

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-197433

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 1 N 3/40

G 0 1 N 3/40

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-1030

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月8日

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 山本 靖則

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所三条工場内

(72) 発明者 徳岡 信行

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所三条工場内

(74) 代理人 弁理士 永井 冬紀

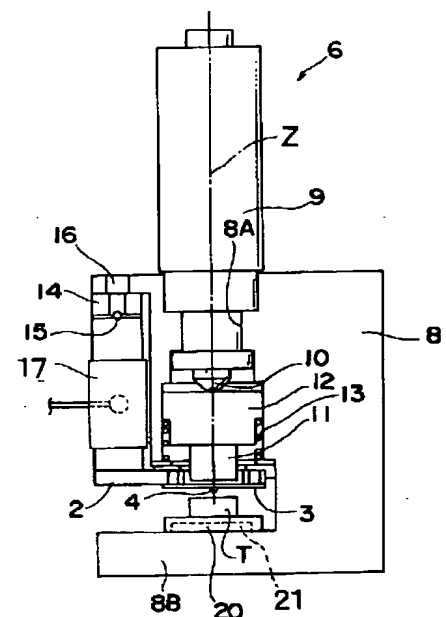
(54) 【発明の名称】 表面硬さ測定装置

(57) 【要約】

【課題】 カンチレバーに圧子を設け、この圧子を試料に押圧して試料の硬度を測定する表面硬さ測定装置において、圧子と試料との接触点を正確に検出する。

【解決手段】 変位計11の出力がゼロの位置に圧子4の基準位置を定め、基準位置から試料Tを下降し、その後所定量ずつ試料Tを上昇させる。試料Tと圧子4とが接触したことを変位計11により検出し、この点を圧子4と試料Tとの接触点とする。そしてこの接触点から圧子4を下降して試料Tの硬度を測定する。

【図1】





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料表面に圧子を押し込み、該圧子の押込力と押込深さとに基づいて、前記試料の物性値を測定する表面硬さ測定装置において、

前記圧子が配設されたカンチレバーと、

該カンチレバーに歪みを与える負荷手段と、

前記試料を保持する載置台と、

前記圧子の変位を測定して変位信号を出力する変位計と、

前記圧子を基準位置に設定して前記載置台を上昇させ、

前記変位計の変位信号の出力変化を判定して前記圧子が前記試料に接触したことを検出する検出制御手段とを備えたことを特徴とする表面硬さ測定装置。

【請求項2】 前記基準位置は前記変位計の変位信号の出力がゼロの位置であり、

前記検出制御手段は、前記載置台を第1の移動量ずつ上方へ移動させ、前記変位信号がゼロから変化したときに該載置台の上方への移動を停止し、該載置台を該停止位置から第2の移動量降下させて接触点探索初期位置に設定することを特徴とする請求項1記載の表面硬さ測定装置。

【請求項3】 前記基準位置は、前記圧子を所定量前記載置台側に移動して前記変位計から変位信号を出力させた位置であり、前記載置台を前記第1の移動量より小さい第3の移動量ずつ上昇させ、前記変位信号が変化したときに前記載置台を停止し、該停止位置を前記圧子が前記試料に接触した位置として検出することを特徴とする請求項1または2記載の表面硬さ測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、試料の表面硬度などの物性値を測定する表面硬さ測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、試料のビッカース硬さ、ヌーブ硬さなどを測定する表面硬さ測定装置が知られているが、とくに、半導体デバイスや磁気ディスクなど基板上に形成した軟質の薄膜やバルク材の局所や極表面の硬度を測定するためには、試験荷重が非常に小さい微小硬度計などの表面硬さ測定装置が用いられている。

【0003】このような表面硬さ測定装置においては、圧子はカンチレバーに取り付けられ、圧電素子などにより圧子を載置台に載置された試料に向けて移動し、圧子が試料に接触した時点からの圧子の上方への変位を光学的変位測定計あるいは静電容量変位計などの非接触型の変位計により、 $\mu\text{m}$ あるいは $\text{nm}$ のオーダーで測定するとともに、圧子から試料に加えられる荷重を、圧子の変位とカンチレバーのばね定数により演算し、これにより試料の硬度を測定するものである。

【0004】ここで、圧子の試料への接触は以下のようにして検出している。すなわち、圧子が試料に接触する

前と後とは、圧子の移動速度が変化するものである。したがって、図5に示すように、経過時間に対する圧子の変位をプロットし、速度変化前の点 $Q1$ 、 $Q2$ を結ぶ直線 $L1$ と、速度変化後の点 $Q10$ 、 $Q20$ とを結ぶ直線 $L2$ との交点 $X0$ を求め、この点 $X0$ を圧子が試料に接触した点として検出する。そして、この接触点を検出後、圧子を所定の負荷測定にて降下させる一方、圧子による負荷を検出して所定の設定荷重となるまでその負荷速度にて圧子を降下させて試料に圧痕を形成する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したように圧子と試料との接触点を検出するものにおいては、圧子と試料とが接触した後に上記図5に示す点 $Q10$ 、 $Q20$ の2点を検出して接触点を求めるものであるため、実際には接触時から遅れて測定を開始することになってしまう。本発明の目的は、圧子と試料との接触後直ちに測定を開始することができる表面硬さ測定装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】一実施の形態を示す図1および図2を参照して説明すると、請求項1の発明は、試料表面に圧子4を押し込み、圧子4の押込力と押込深さとに基づいて、試料Tの物性値を測定する表面硬さ測定装置に適用され、圧子4が配設されたカンチレバー3と、カンチレバー3に歪みを与える負荷手段17と、試料Tを保持する載置台20と、圧子4の変位を測定して変位信号を出力する変位計11と、圧子4を基準位置に設定して載置台20を上昇させ、変位計11の変位信号の出力変化を判定して圧子4が試料Tに接触したことを検出する検出制御手段30とを備えたことにより上記目的を達成する。

【0007】請求項2の発明は、基準位置は変位計11の変位信号の出力がゼロの位置であり、検出制御手段30は、載置台20を第1の移動量ずつ上方へ移動させ、変位信号がゼロから変化したときに載置台20の上方への移動を停止し、載置台20を該停止位置から第2の移動量降下させて接触点探索初期位置に設定するものである。

【0008】請求項3の発明は、基準位置は、圧子4を所定量載置台20側に移動して変位計11から変位信号を出力させた位置であり、載置台20を第1の移動量より小さい第3の移動量ずつ上昇させ、変位信号が変化したときに載置台20を停止し、停止位置を圧子4が試料Tに接触した位置として検出する。

【0009】なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段の項では、本発明を分かり易くするために発明の実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が実施の形態に限定されるものではない。

【0010】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施

の形態について説明する。図1は本実施の形態に係る表面硬さ測定装置における荷重機構の構成を示す図である。図1に示すように、本実施の形態に係る表面硬さ測定装置の荷重機構6は、コ字状の荷重機構本体8に形成された貫通孔8Aに変位計アジャスト機構9が取り付けられており、変位計アジャスト機構9には、不図示の移動機構により荷重軸Z方向に往復移動するプランジャ10が取り付けられている。荷重機構本体8の下部8Bの上面には試料Tを載置するための載置台20が取り付けられている。載置台20は不図示の移動機構により荷重軸Z方向および2次元方向（紙面に垂直なX方向および紙面左右方向であるY方向）に移動可能とされており、とくに荷重軸Z方向においてはピエゾアクチュエータ21により微小変位可能とされている。また、載置台20は磁力により試料Tを保持可能とされている。プランジャ10の先端は下面に変位計11が固定された変位計取付部12に当接している。変位計取付部12はばね13により図1の上方に付勢されており、これにより、プランジャ10の上下移動に伴って変位計11が荷重軸Z方向に沿って上下に移動する。

【0011】荷重機構6の図1における左方には、フレーム14内に取り付けられたピエゾアクチュエータ17が設けられている。ピエゾアクチュエータ17の上端は、球座15を介してねじ16により荷重機構本体8に固定されており、下端にはフレーム2が取り付けられている。フレーム2には板ばねからなる両持ち式のカンチレバー3を介して圧子4が取り付けられている。フレーム14はピエゾアクチュエータ17を通電すると荷重軸Z方向に伸び、通電を遮断すると荷重軸Z方向に縮む。これにより、フレーム2に取り付けられた圧子4が、ピエゾアクチュエータ17の変位に応じて荷重軸Z方向に沿って上下に移動する。また、フレーム14にはピエゾアクチュエータ17の変位を測定するためのゲージ（不図示）が貼付されている。

【0012】次いで、本実施の形態の動作について説明する。図2は本実施の形態に係る表面硬さ測定装置における処理部の構成を示すブロック図、図3および図4は本実施の形態の動作を説明するフローチャートである。図2に示すように、処理部は、CPU30とメモリ31とからなる。CPU30には、上述したピエゾアクチュエータ17、21および変位計11が接続されている。まず、ステップS1において載置台20の上面に試料Tを載置する。そして、不図示の光学顕微鏡により試料Tの表面にピントを合わせる。ステップS3においては載置台20の移動の際の安全のために載置台20を一旦下降させ、ステップS4において載置台20をXY方向に移動して試料Tを圧子4の下方に移動する。なお、上記ステップS1～ステップS4はCPU30により行われるものではなく、使用者が載置台20を手動にて駆動することにより行うものである。

【0013】次のステップS5において、載置台20のピエゾアクチュエータ21を駆動して、載置台20を1ステップ（例えば21nm）上方へ移動する。ステップS6においては、試料Tが圧子4に接触して変位計11から変位信号が出力されたか否かが判断される。ステップS6が否定された場合は、ステップS5に戻ってステップS5およびステップS6の処理を繰り返す。ステップS6が肯定された場合は、ステップS7において変位計11から変位信号が出力された時点における載置台20のZ方向の位置を初期位置として記憶する。次のステップS8においては、載置台20を5μm下降して試料Tを圧子4から離反させ、ステップS9において載置台20をXY方向に例えば20μm移動して、上記ステップS6における圧子4と試料Tとの接触により試料Tに形成された圧痕の位置を圧子4の下方から移動させる。そして、ステップS10において、カンチレバー3を1ステップ（例えば1nm）下方へ移動する。この状態においては、変位計11からの出力は、初期位置から1nm下降した位置となる。

【0014】次のステップS11（図4参照）においては、圧子4と試料Tとの接触を検出するために、載置台20を1ステップ（例えば1nm）上方へ移動する。そして次のステップS12において、カンチレバー3が1nmの変位から変位したか否かを変位計11から出力される変位信号により判断する。ステップS12が否定された場合は、ステップS11に戻り、ステップS11およびステップS12の処理を繰り返す。ステップS12が肯定された場合は、この時点において圧子4が試料Tに接触したものと、次のステップS13において、ピエゾアクチュエータ17を予め定められた荷重速度に応じて伸長する。また、ステップS13において変位計11のゼロリセットも行われる。そして、ステップS14において、変位計11の出力が正、負あるいはゼロのいずれであるかが判断される。

【0015】ステップS14において変位計11の出力が正、すなわち、圧子4が試料Tに押圧されてカンチレバー3が上方へ変位している場合は、ピエゾアクチュエータ17の伸びに拘わらずZ方向の位置が変位しないように、ステップS15において載置台20を下降するよう載置台20をフィードバック制御する。ステップS14において変位計11の出力がゼロの場合は、ステップS16において載置台20を停止する。ステップS14において変位計11の出力が負の場合は、変位計11の出力が正の場合とは逆にステップS17において載置台20を上昇する。このように、載置台20のZ方向への移動をフィードバック制御することにより、カンチレバー3に加えられる歪みは荷重速度に対応した値を保つことができる。

【0016】そして、ステップS18において、圧子4の保持時間や最大荷重などの予め定められた試験条件に

達したか否かが判断される。すなわち、圧子4が試料Tに当接してからの変位量を変位計11により計測するとともに、CPU30によりこの変位量とカンチレバー3のばね定数との積を算出し、試料Tへの負荷を演算する。そして、演算された負荷が予め定められた最大荷重となり、あるいは所定の荷重にて予め定められた所定時間保持されると、予め定められた試験条件に達したものとしてステップS18が肯定される。一方、ステップS18が否定された場合は、ステップS13に戻り、ステップS13～ステップS17の処理を繰り返す。

【0017】このようにして、試料Tへの圧子4による負荷が終了した後、ピエゾアクチュエータ17への通電を遮断して圧子4を試料Tから離れる方向に移動し、試料Tへの負荷を終了する。そして、圧子4による圧痕が形成された試料Tを載置台20から取り外し、別に設けられた顕微鏡などにより圧痕の形状を計測し、この形状と上記演算装置により演算された試料Tへの負荷とにより試料Tの硬度を演算する。そして、試験結果のデータをステップS19においてメモリ31に保存して処理を終了する。

【0018】このように、圧子4と試料Tの表面とが接触する前に、カンチレバー3を下降して圧子4に変位を与えて試験を開始すると、上述したフィードバック制御により圧子4の変位を元に戻そうとするため、載置台20は上昇する。そして、試料Tが圧子4に接触して荷重を生じると、カンチレバー3に歪みを生じ、圧子4の位置が変化するため、この変位を変位計11により検出して試料Tと圧子4とが接触したことを検出することができる。したがって、本実施の形態においては、従来の表面硬さ測定装置のように、実際に圧子4と試料Tとが接触してからしばらくたった後に測定を始めるものと比較して、圧子4と試料Tとが接触してから直ちに計測を始めることができるため、試料Tの硬さを正確に測定することができる。

【0019】なお、上記実施の形態においては、CPU30において、上記図3および図4に示すフローチャートにしたがって処理を行うようにしているが、上述した

フィードバック制御を行う回路を設け、この回路によりハード的に処理を行うようにしてもよい。また、上記実施の形態においては、カンチレバー3を両持ち式としているが、片持ち式であってもよい。

【0020】以上の実施の形態と請求項との対応において、ピエゾアクチュエータ17が負荷手段を、CPU30が検出制御手段を構成する。

【0021】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、変位計の変位信号の出力変化を判定し、圧子が試料に接触したことを検出するようにしたため、従来のように、圧子が試料に接触した前後の圧子の速度の変化を示す直線を求め、この直線の交点を圧子と試料との接触点とするものと比較して、圧子と試料との接触後に、直ちに硬度の測定を開始することができ、より正確に試料の硬度を計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係る表面硬さ測定装置の負荷機構の構成を示す図

20 【図2】本実施の形態に係る表面硬さ測定装置における処理部の構成を示すブロック図

【図3】本実施の形態において行われる処理を示すフローチャート（その1）

【図4】本実施の形態において行われる処理を示すフローチャート（その2）

【図5】圧子と試料との接触点を求める従来例を説明するための図

【符号の説明】

3 カンチレバー

30 4 圧子

6 負荷機構

11 変位計

17, 21 ピエゾアクチュエータ

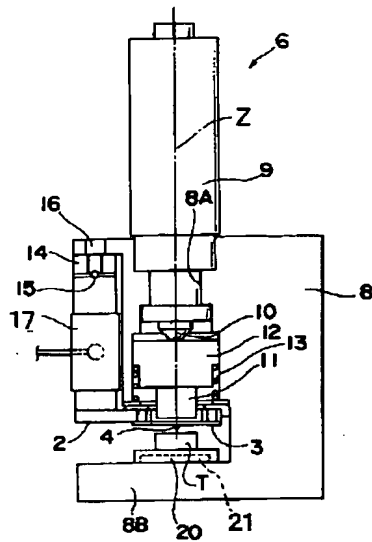
20 載置台

30 CPU

31 メモリ

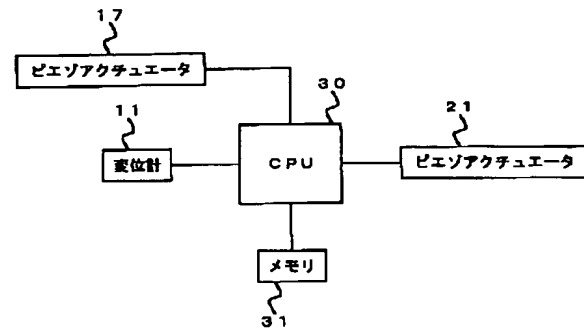
【図1】

【図1】



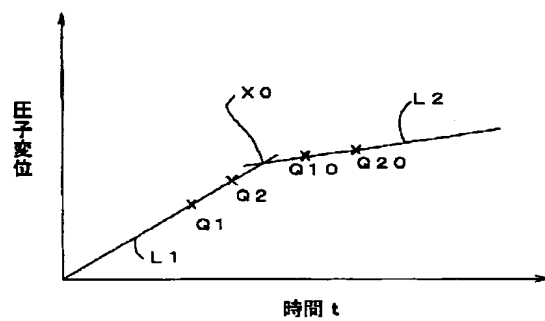
【図2】

図2



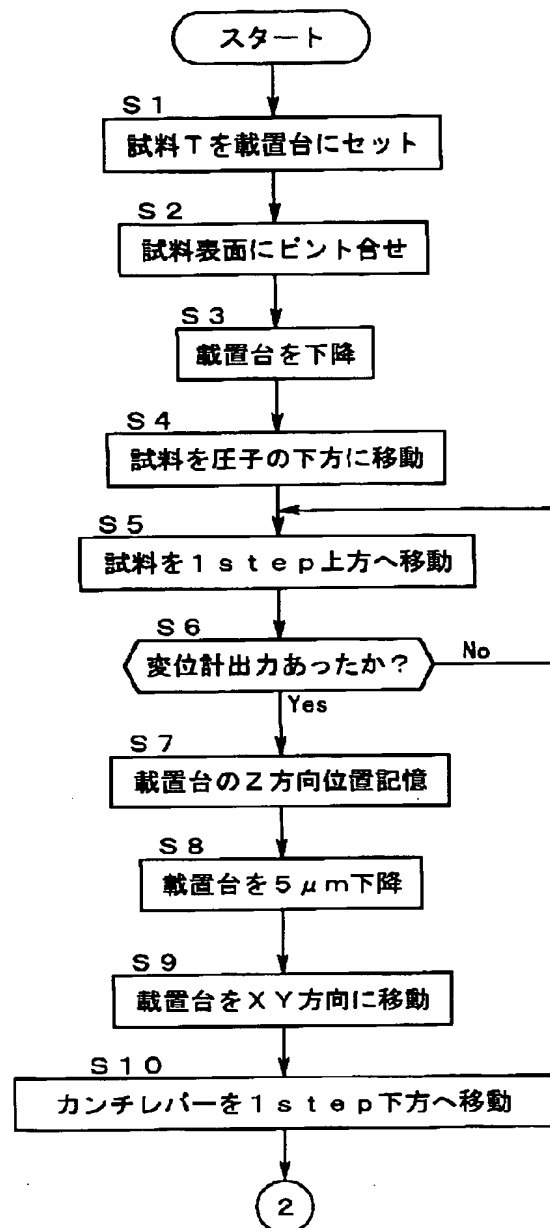
【図5】

【図5】



【図3】

図3



【図4】

図4

